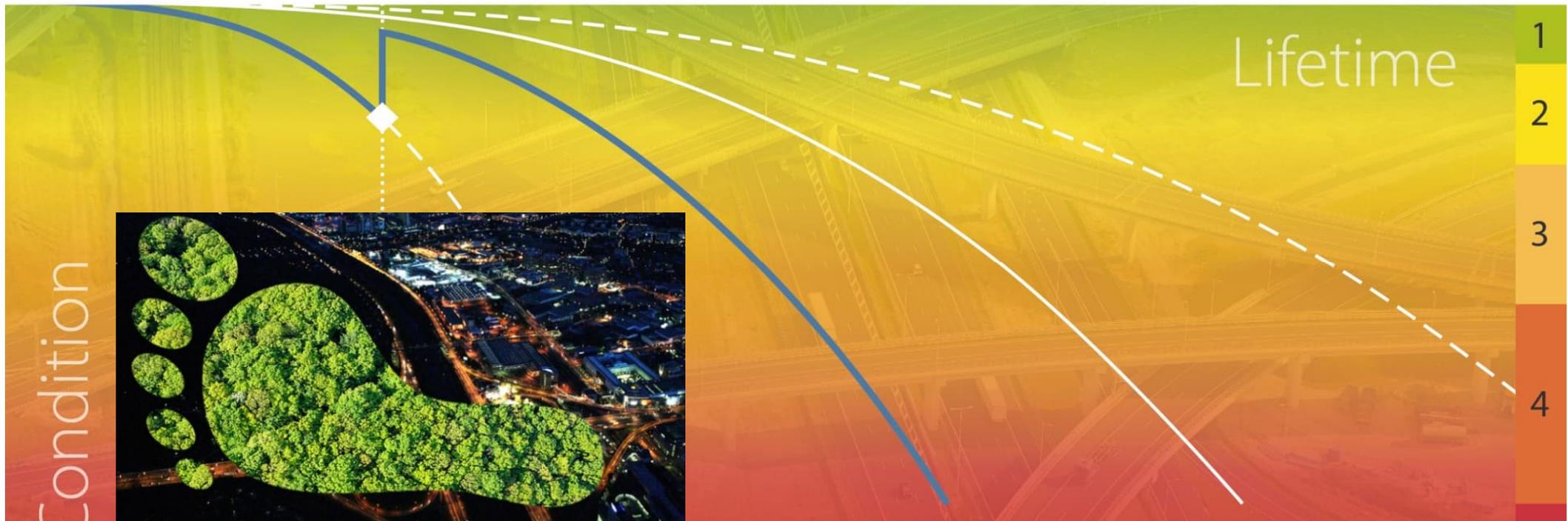


DECARBONISATION FIRST

METHODEN ZUR CO2 BILANZIERUNG IM LEBENSZYKLUS VON INFRASTRUKTURBAUWERKEN

Dr.techn. Robert Veit-Egerer



- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE
- ▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE
- ▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

Methoden zur CO₂-Bilanzierung im Lebenszyklus von
Infrastrukturbauprojekten

DecarbonisationFirst

SIEGERPROJEKT DER VIF 2020 AUSSCHREIBUNG (VERKEHRSINFRASTRUKTURFORSCHUNG IM BEREICH KLIMASCHUTZ)

Kategorie	Anmerkungen
Forschungsprogramm	Schwerpunkte im Bereich Klimaschutz, Verkehrsinfrastrukturforschung 2020
Ausschreibungsschwerpunkt	2.2.3 CO ₂ -Bilanz bei Infrastrukturprojekten (Planungsphase)
Auftraggeber	BMK / ASFINAG
Projektkoordinator & Projektpartner	VCE – Vienna Consulting Engineers ZT GmbH CC Asset Management & BRIMOS
Projektpartner	Umweltbundesamt Abteilung für Abfall & Stoffflussmanagement / Abteilungen für Ökobilanzierung TU-Wien Institut für Wassergüte und Ressourcenmanagement
Projektdauer	20 Monate (Laufzeit: 06/2021 – 01/2023)

Ausgangslage

- Der **Baubranche** lassen sich **bis zu 50% der weltweiten CO2 Emissionen** zuordnen- wodurch für deren CO2 Fußabdruck ein enormes Einsparungspotential vorliegt.
- Im **Tiefbausektor** werden **Entscheidungen** z.B. im Zuge von Ausschreibungen und Wettbewerben in erster Linie **auf Grundlage der zu erwartenden baulichen Lebenszykluskosten (=Primärkosten)** getroffen.
- Ein für die **Branche allgemein anwendbares Tool zur Berechnung** der damit einhergehenden Umweltfolgekosten **gibt es derzeit nicht.**
- DECARBONISATION FIRST verfolgt den Gedanken, dass zukünftige Entscheidungsfindungen für Baumaßnahmen auf einer **deutlich stärkeren Gewichtung der Kosten infolge CO2 Fußabdruck** erfolgen und gleichzeitig die **Akzeptanz der damit einhergehenden Primärkosten** gehoben wird.

Vorgehensweise

- Ziel des Forschungsvorhabens ist, eine **Datenbank mit für Österreich repräsentativen CO₂-Äquivalenten** (“Cradle to Grave”) für die **relevanten Baustoffe von Infrastrukturbauwerken** (Brücken, Oberbau, Dämme, Stützmauern, Wannen, Lärmschutzwände) zu erstellen.
- Dazu wird eine Methodik für die **Verknüpfung einer Lebenszykluskostenberechnung** (RVS 13.05.11) mit **einer CO₂-Bilanzierung** (ÖNORM EN ISO 14040 Ökobilanz) unter Berücksichtigung der Streuungen der Eingangsparameter entwickelt.
- Für die Durchführung von Variantenuntersuchungen von Infrastrukturbauwerken wird ein **praktisches Berechnungstool** erstellt, das Kosten und **CO₂ über den gesamten Lebenszyklus (Herstellung, Bau, Betrieb, Abbruch, Entsorgung/Wiederverwertung)** ermittelt.

Perspektive - Projektpositionierung

- DECARBONISATION FIRST liefert ein wesentliches Instrument, die im Zuge von Baumaßnahmen eingesetzten Ressourcen **entlang der betroffenen Wertschöpfungsketten umweltgerechter auszugestalten**, um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen.
- Das Projekt **adressiert** die der Republik Österreich **drohenden Kompensationszahlungen für den Ankauf von CO₂-Zertifikaten** in Milliardenhöhe und verfolgt das Ziel, den dem Tiefbausektor zuzuschreibenden Anteil binnen möglichst kurzer Zeit in möglichst hohem Umfang zu reduzieren.
- Damit trägt DECARBONISATION FIRST dem in den letzten Jahren enorm gestiegenen gesellschaftlichen Bekenntnis zum Klimaschutz unmittelbar Rechnung und **stellt sicher, dass der Tiefbausektor seinen Beitrag** zur Erreichung der Klimaschutzziele **in messbarer Form leisten kann**.



- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ **METHODISCHE VORGEHENSWEISE**
- ▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

Lebenszykluskosten

Betriebswirtschaftlich



Bauliche und betriebliche Maßnahmen

„ \sum Massen
x Einheitspreise“

RVS 13.05.11

Volkswirtschaftlich



Verfügbarkeit der Infrastruktur

„ \sum Maßnahmendauer
x Zeitkostensätze“

RVS 02.01.22

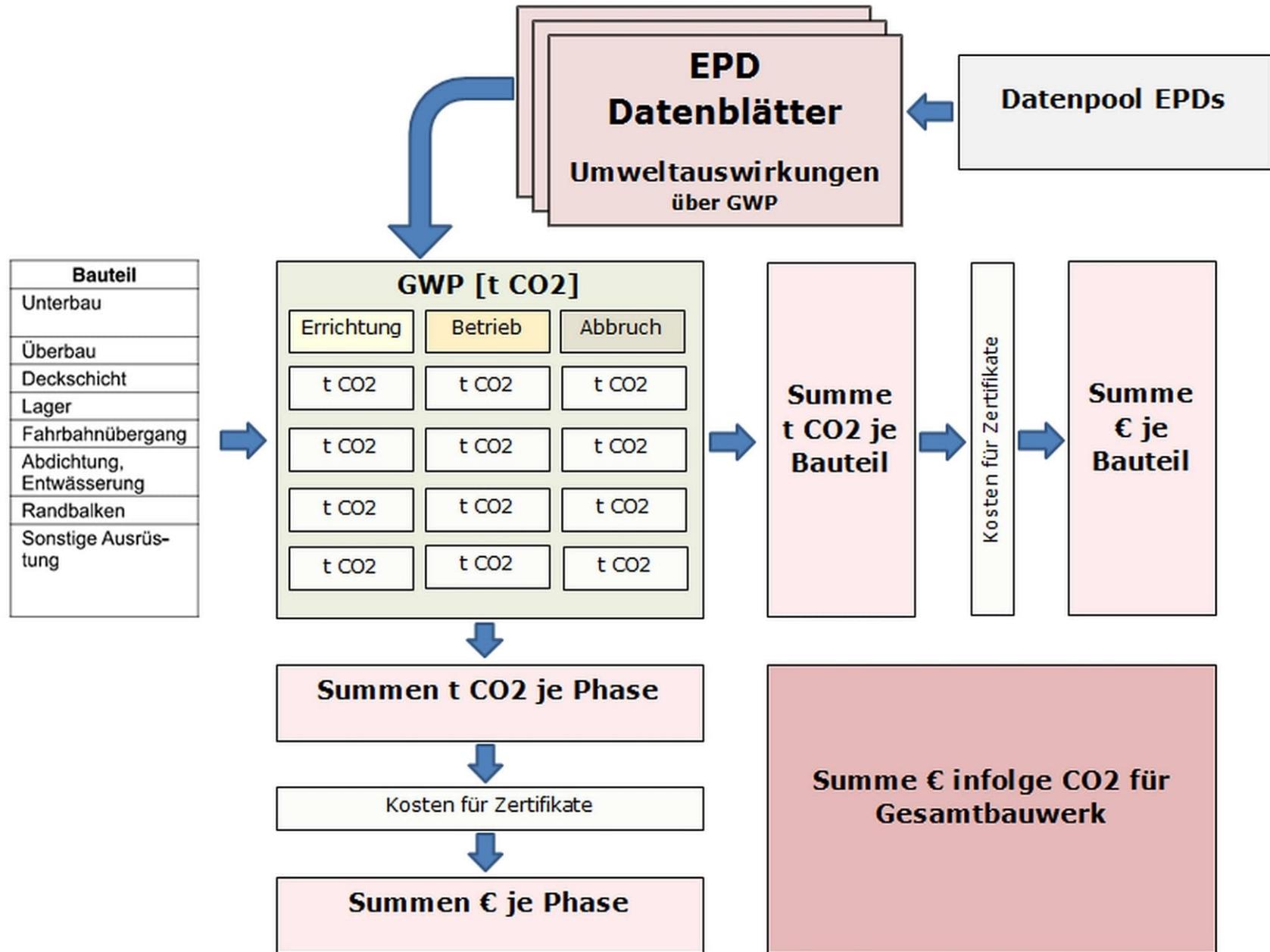


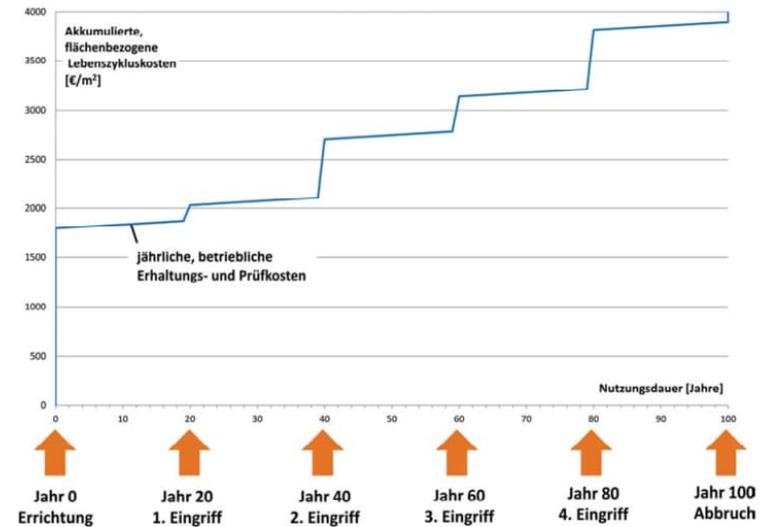
**Bewertung der Umwelt-
auswirkungen**

„ \sum Massen
x Emissionsfaktoren“

ÖNORM EN 15804

z.B. kg CO₂-Äq.,
Wasserverbrauch, Feinstaub, ...





$$LZK = LZK_E + LZK_B(t) + LZK_A$$

LEBENSZYKLUSKOSTENERMITTLUNG FÜR BRÜCKEN RVS 13.05.11

9 Anhang
Den in den Tabellen E2 und B2 angegebenen Werten liegt der „Baupreisindex für den Hoch- und Tiefbau, Wert für Brückenbau, Preisbasis 2015“ zugrunde. Für die Berechnung der LZK sind die Einheitspreise (Nettopreise) der Tabellen an das Betrachtungsjahr anzupassen. Sofern keine anderen Kostenansätze vorliegen, sind die nachstehenden Einheitspreise für die Errichtung und den Betrieb anzuwenden. Für den Fall, dass andere Kostenansätze (Einheitspreise) angesetzt werden, sind diese nachvollziehbar zu begründen. Die konsequente Vergleichbarkeit der Kostenansätze muss gewährleistet sein.

9.1 Anhang 1: Kostenmodell Errichtung E2

Bauwerksteil	Einheit	Preis [€]
Unterbau		
Tiefgründung (einschließlich Erdbau, Pfahl D = 120 cm)	m	350,-
Konstruktiver Beton (z.B. Rostplatte)	m³	300,-
Spundwand (gerammte Fläche)	m²	100,-
Flachgründung (einschließlich Erdbau)	m³	300,-
Widerlager (Beton einschließlich Bewehrung, Füllbeton, Filterbeton)	m³	300,-
Pfeiler / Stützen (Beton einschließlich Bewehrung)	m³	530,-
Böschungspflaster	m²	100,-
Überbau		
Stahlbeton (Rüstung, Schalung, Bewehrung, Beton)	m³	400,-
Platten QS	m³	500,-
Plattenbalken	m³	700,-
Hohlkasten QS		
Spannbeton (Rüstung, Schalung, Bewehrung)		

GWP [t CO₂ äq]

9.2 Anhang 2: Kostenmodell Betrieb B2

Bauwerksteil	Einheit	Preis [€]
Betoninstandsetzung Tragwerksuntersicht, Stützen oder Widerlager (einschließlich Rüstung) Preis je m² Instandsetzungsfläche	m²	150,-
Randbalkenerneuerung OHNE Kragplattenverstärkung (einschließlich Abbruch, Ausrüstung)	m	450,-
Oberflächenschutz Stahl (einschließlich Rüstung, Einhausung usw.)	m²	120,-
Abdichtungserneuerung (einschließlich Abtrag Abdichtung, Entsorgung und Untergrundvorbereitung)	m²	50,-
FÜK-Elastische Belagsdehnfuge bituminös bis 80 mm Dehnweg (einschließlich Abtrag)	m	2.000,-
FÜK-Elastische Belagsdehnfuge bituminös über 80 mm Dehnweg (einschließlich Abtrag)	m	2.600,-
FÜK-Finger oder Profilkonstruktion bis 80 mm Dehnweg (einschließlich Abtrag)	m	3.000,-
FÜK-Finger oder Profilkonstruktion über 80 mm Dehnweg (einschließlich Abtrag)	m	7.000,-
Lager Elastomer (ohne Rüstung, einschließlich Pressen)	Stk.	3.000,-
Topflager, Kalottenlager (ohne Rüstung, einschließlich Pressen)	Stk.	15.000,-

GWP [t CO₂ äq]

Ansätze zur Erhaltungsplanung in der Nutzungsphase

Umfang und Zeitpunkte lt. RVS 13.05.11

- ▶ Instandhaltungsmaßnahmen
- ▶ Tauschzyklen / Ersatz

Objekt	"Standardbrücke"
Brückenlänge [m]	112,00
Brückenbreite [m]	31,00
Brückenfläche [m ²]	3.472

LEBENSZYKLUSKOSTENERMITTLUNG FÜR BRÜCKEN

RVS 13.05.11

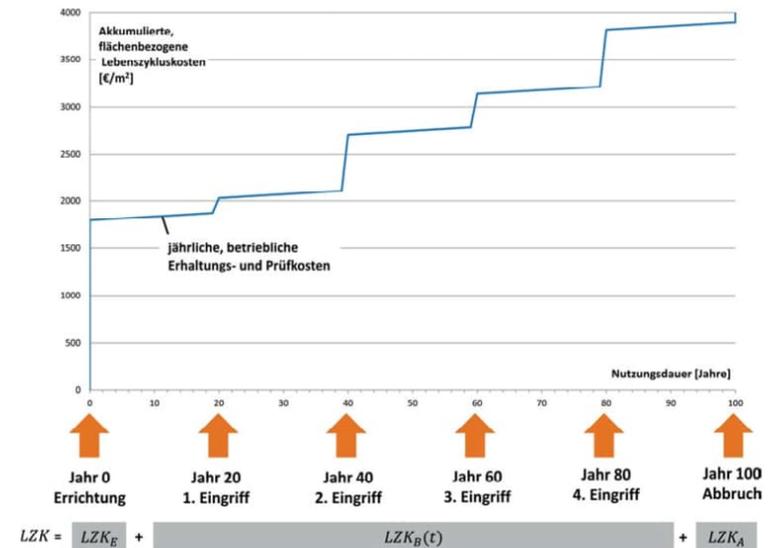


Abbildung 1: Schema LZK-Grundmodell (theoretische Nutzungsdauer von 100 Jahren)

Auswahl	Spezifizierung	1. Eingriff						2. Eingriff		3. Eingriff		Zeit [Jahre]	Ermittlung	Kommentar
		Zeitpunkt [Jahre] ¹	Anteil [%] ² Erhaltung	Zeitpunkt [Jahre] ¹	Anteil [%] ² Erhaltung	Zeitpunkt [Jahre] ¹	Anteil [%] ² Erhaltung	Zeitpunkt [Jahre] ¹	Anteil [%] ² Erhaltung	Zeitpunkt [Jahre] ¹	Anteil [%] ² Erhaltung			
Unterbau														
	Gründung	20	0	40	0	60	0	80	0					
	Pfeiler und WL ohne Taumittelangriff	20	5	40	10	60	20	80	10					Bezogen auf 100% Betoninstandsetzung für den gesamten Unterbau
Überbau														
	Stahlbeton	20	10	40	30	60	10	80	30					Bezogen auf 100% Betoninstandsetzung
Ausrüstung														
	Elastomerlager	20	5	40	10	60	75	80	5					Bezogen auf Einheitspreise Lagertausch
	Fahrbahnbelag	20	40	40	100	60	40	80	100					Bezogen auf Einheitspreise für Abbruch, Entsorgung und Einbau
	Abdichtung	20	0	40	100	60	0	80	100					Bezogen auf Einheitspreise Abdichtungserneuerung
	Fahrbahnübergänge - aus Stahl Dehnweg ≤ 80	20	10	40	100	60	10	80	100					Bezogen auf Einheitspreise FÜK Tausch
	Entwässerung (inkl. Anschlüsse) - Kunststoff	20	30	40	100	60	30	80	100					Bezogen auf Einheitspreise Entwässerungstausch
	Randbalken überland	20	5	40	100	60	5	80	100					Bezogen auf Einheitspreise Randbalkentausch
	Fahrzeurrückhaltesystem	20	0	40	100	60	0	80	100					Bezogen auf Einheitspreise Rückhaltesystem
	Geländer - Stahl verzinkt / duplex	20	5	40	100	60	5	80	100					Bezogen auf Einheitspreise Geländer Neuherstellung
	Lärmschutzwand - Acrylglas	20	15	40	100	60	15	80	100					Bezogen auf Einheitspreise

[1] Zeitpunkt [Jahre]: Interventionszeitpunkt Betriebsphase für Erhaltungsmaßnahmen

[2] Anteil [%] Erhaltung: Angesetzter prozentualer Anteil spiegelt das Ausmaß der Erhaltungsmaßnahme im Vergleich zum 100%-igen Erneuerung/ Instandsetzung/ Sanierung wider.

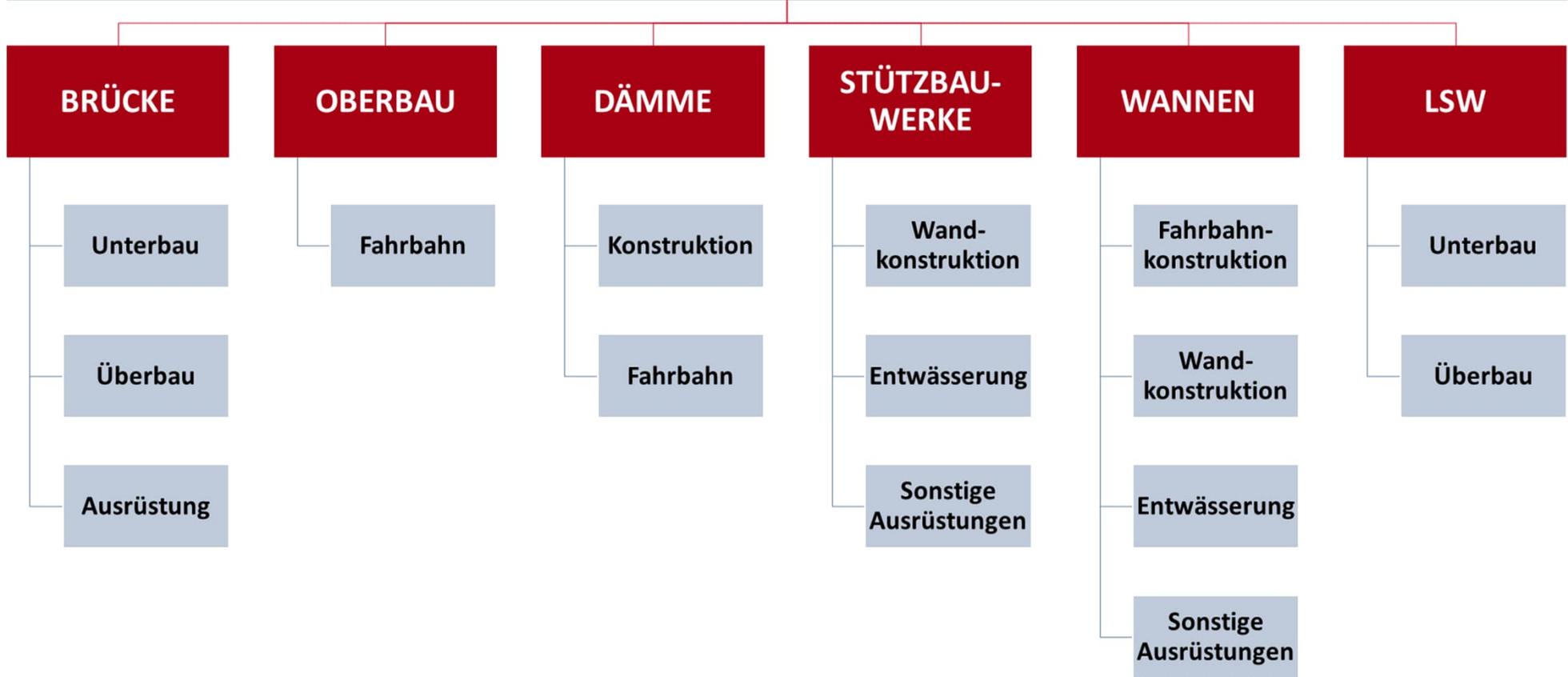


- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE
- ▶ **SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)**
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

SYSTEMABGRENZUNG

(Framework Konstruktionseinheiten / Bauteile)

INFRASTRUKTURBAUTEN STRASSE



▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG

▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE

▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)

▶ **GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG**

▶ BERECHNUNGSTOOL

▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG

▶ ZUSAMMENFASSUNG

▶ DISKUSSION

GWP (Global Warming Potential) Emissionsfaktoren

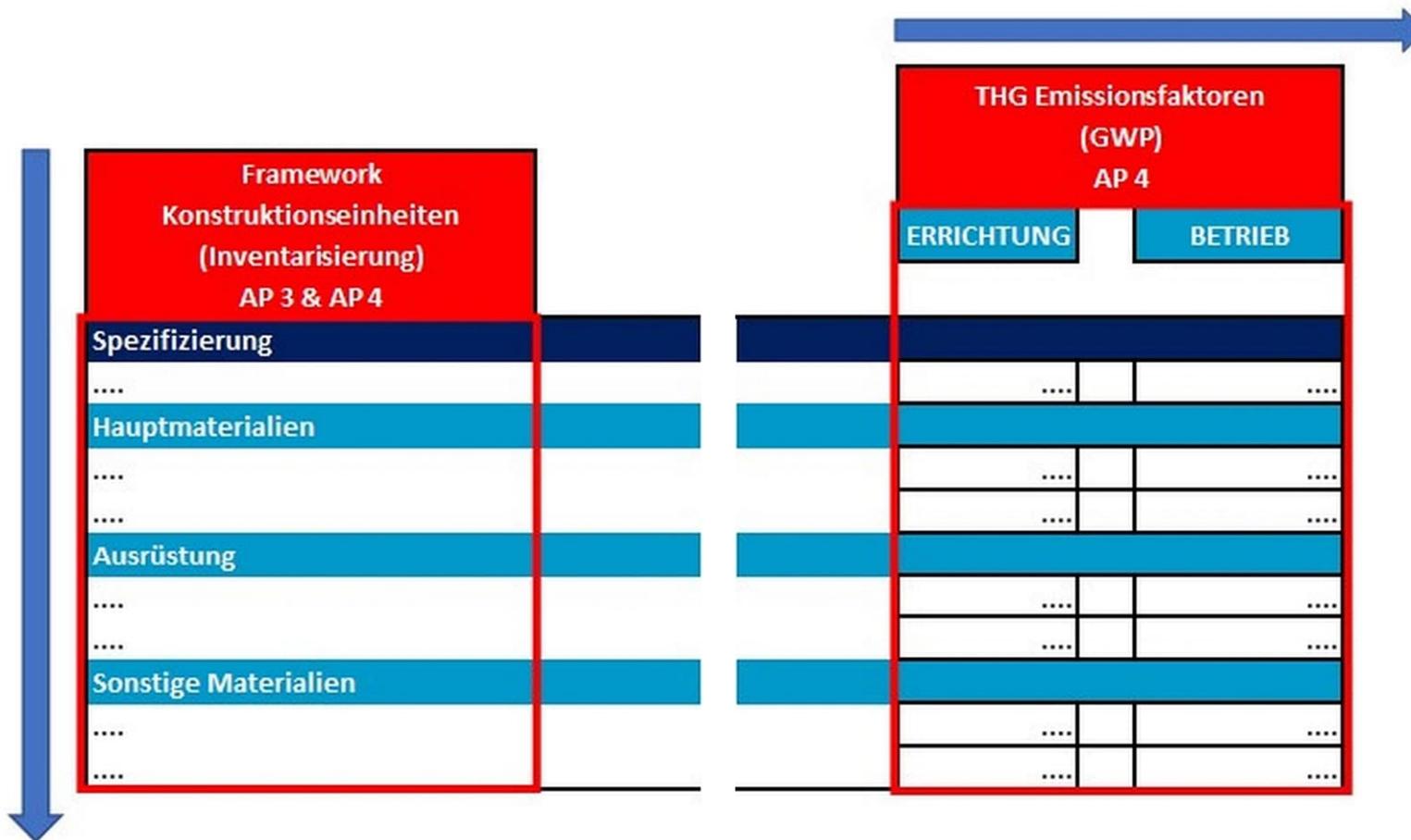
Phasen der EPD																	
Herstellungsphase			Errichtungsphase		Nutzungsphase							Entsorgungsphase				Vorteile und Belastungen	
A			A		B							C				D	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
Rohstoffbereitstellung	Transport	Herstellung	Transport	Bau/Einbau	Nutzung	Instandhaltung	Reparatur	Ersatz	Umbau, Erneuerung	Betrieblicher Energieeinsatz	Betrieblicher Wassereinsatz	Abbruch	Transport	Abfallbewirtschaftung	Entsorgung	Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs-, Recyclingpotenzial	

Aufbau folgt in Anlehnung an:

- ▶ ISO 14025 – Umweltkennzeichnung und –deklaration
- ▶ ISO 15804 – Umweltproduktdeklaration – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
- ▶ Struktur einer EPD:
 - › Phase A – Herstellung und Errichtung
 - › Phase B – Nutzungsphase
 - › Phase C – Entsorgung
 - › Phase D – Vorteile und Belastungen

Inventarisierung:

Phasen einer EPD



Grobkonzept
GWP Katalog

- ▶ Hauptmaterialien
- ▶ Ausrüstung
- ▶ Sonstige Materialien

- ▶ A: Herstellung & Errichtung
- ▶ B: Nutzung
- ▶ C: Entsorgung
- ▶ D: Vorteile und Belastungen

Alle Asset Kategorien haben den gleichen methodischen Rahmen, werden dann aber im Detail unterschiedlich ausgestaltet (manche Elemente zT identisch):

Phasen der EPD											
Herstellungsphase	Errichtungsphase		Nutzungsphase				Entsorgungsphase				Vorteile und Belastungen
A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	C4	D
QUELLE:											
- EPDs	- EPDs	- EPDs	- EPDs								
- Modellierung in Gemis											
- KBOB - Datenbank	- KBOB - Datenbank	- KBOB - Datenbank									
ABLEITUNGEN:											
- 1:1 von ähnlichem Material übernommen				- 1:1 von ähnlichem Material übernommen				- 1:1 von ähnlichem Material übernommen			
- EPD Daten der Materialien		- EPD Daten der Materialien									
- Quelle extrapolieren	- Quelle extrapolieren	- Quelle extrapolieren	- aus den Werten von Phase A,C und D berechnet								
ABSCHÄTZUNG:											
	Abschätzung A4 (Statistik Austria)						- Eigene Modellierung				- Eigene Modellierung
							- Ecoinvent Datenbank				- Ecoinvent Datenbank

GWP – Katalog

Legende Datenquellen
Daten aus Quellen (EPDs, Gemis, KBOB-Datenbank)
Daten aus Quellen ähnlicher Materialien übernommen
Daten aus Quelle extrapoliert, Annahmen
EPD basierte Modellierung der Hauptmaterialien
Eigene Abschätzung Transport (A4)
Eigene Modellierung Entsorgung und Verwertung (Phase C+D)

GWP – Katalog

Ausrüstung

Sonstige Materialien

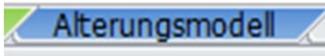
		Materialien										GWP	
		GWP		GWP		GWP		GWP		GWP		GWP	
		GWP		GWP		GWP		GWP		GWP		GWP	
Hauptmaterialien	Stahl	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Alu	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	Brick	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/B	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/A	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/B	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/C	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/D	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/E	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/F	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Ausrüstung	CEM III/B	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/A	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/B	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/C	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/D	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/E	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/F	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/G	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/H	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/I	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sonstige Materialien	CEM III/B	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/A	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/B	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/C	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/D	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/E	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/F	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/G	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/H	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CEM III/I	1000	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Legende Datenquellen	
Daten aus Quellen (EPDs, Gemis, KBOB-Datenbank)	
Daten aus Quellen ähnlicher Materialien übernommen	
Daten aus Quelle extrapoliert, Annahmen	
EPD basierte Modellierung der Hauptmaterialien	
Eigene Abschätzung Transport (A4)	
Eigene Modellierung Entsorgung und Verwertung (Phase C+D)	

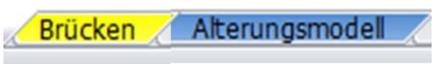
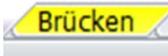
- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE
- ▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

Aufbau des Tools und Ablauf der Eingabe

Aufbau des Tools:

- ▶ 6 Anlagen-Tabs 
- ▶ 1 Material-Tabs (GWP Benchmarks + 1 optionale Eingabe pro Materialelement-Gruppe) 
- ▶ 1 Alterungskatalog (Spezifikation der IH-Interventionen) 
- ▶ 6 Ergebnis-Tabs 

Eingabe

- ▶ Inventarisierung der baulichen Elemente im maßgeblichen Anlagenreiter 
- ▶ Materialspezifikation für jedes bauliche Element 
- ▶ Spezifikation Instandhaltungsdetails (Alterungskatalog) 
- ▶ LZK-relevante Eingaben 

Eingabe

- ▶ Inventarisierung der baulichen Elemente im maßgeblichen Anlagenreiter
- ▶ Materialspezifikation für jedes bauliche Element
- ▶ Spezifikation Instandhaltungsdetails (Alterungskatalog)
- ▶ LZK-relevante Eingaben

Eingaben löschen

Reset to Default Values

Alterung EIN / AUS

Eingabe Massen
* für die Errichtung und den Betrieb die vorhandenen Massen des Tragwerkes eingeben (gemeint z.B. im Betrieb bei Fläche Widerlager ist die Sichtfläche des TW, nicht die (schon kalkulierte) zu behandelnde Fläche über die Lebenszeit)

Überschreibbar, aber wenn dieser Inhalt gelöscht wird soll der Default-Wert drinstehen!

Spezifizierung	Material Spezifikation	Pull-down	Unrechnungswerte, die veränderbar sein können - relevant bei unterschiedlichen Einheiten GWP-Katalog und Massen, z.B. Dicke der Abdichtung	ERRICHTUNG		BETRIEB / NUTZUNG				Art des Eingriffes B2 (Instandhaltung) oder B4 (Ersatz)				Umfang B2 (Instandhaltung) oder B4 (Ersatz)				
				Menge	Einheit	Menge	Einheit	Jahr 20	Jahr 40	Jahr 60	Jahr 80	1. Eingriff	Eingriff	Eingriff	Eingriff	1. Eingriff	Eingriff	Eingriff
Unterbau	Beton		D = 120 cm		m													
Tiefgründung (einschließlich Erdbau, Pfahl D=)	Bewehrungsstahl		*****		t													
Konstruktiver Beton (z.B. Rostplatte)	Beton		150 kg/m2		m³													
Spundwand (gerammte Fläche)	Baustahl				m²													
Flachgründung (einschließlich Erdbau)	Beton		*****		m³													
	Bewehrungsstahl		*****		t													
Widerlager (Beton einschließlich Bewehrung)	Beton		IH-Dicke = 6,0 cm		m³					B2	B2	B2	B2	mit Taumittelangriff	10%	20%	40%	20%
	Bewehrungsstahl		*****		t									ohne Taumittelangriff	5%	10%	20%	10%
Pfeiler/Stützen (Beton einschließlich Bewehrung)	Beton		IH-Dicke = 6,0 cm		m³					B2	B2	B2	B2		5%	10%	20%	30%
	Bewehrungsstahl		*****		t													
Böschungspflaster	Pflastersteine				m²					B2	B2	B2	B2		5%	10%	20%	30%
Erdbau					m³					B2	B2	B2	B2		10%	10%	10%	10%
					m³					B2	B2	B2	B2		10%	10%	10%	10%
Wannen (weiße Wanne)					m³													
Bodenplatte (einschließlich Erdbau)	Beton		IH-Dicke = 6,0 cm		m³					B2	B2	B2	B2	mit Taumittelangriff	10%	20%	40%	20%
	Bewehrungsstahl		*****		t													
Wände	Beton		IH-Dicke = 6,0 cm		m³					B2	B2	B2	B2		10%	20%	40%	20%
	Bewehrungsstahl		*****		t													
	Wandverkleidung				m²					B2	B2	B2	B2		10%	20%	40%	20%

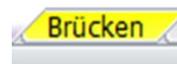
Darstellung der Ergebnisse



- ▶ Beiträge von jedem definierten **baulichen Element** (zeilenweise im maßgeblichen Anlagenreiter)
- ▶ Beiträge von jeder **Lebenszyklus-Phase** (spaltenweise gemäß EPD Definition im maßgeblichen Anlagenreiter)

Spezifizierung	Material Spezifikation	Paßdown	Umrechnungs- werte, veränderbar	Eingabe Massen				GESAMTSUMME				GESAMT-SUMME			
				ERRICHTUNG		BETRIEB / NUTZUNG		ERRICHTUNG		BETRIEB / NUTZUNG			Entsorgungsphase	Vorteile und Belastungen	
				Meage	Einheit	Meage	Einheit	AI-A5	B1-B7	C1-C4	D				A-C
				kg CO2e		kg CO2e		kg CO2e		kg CO2e					
Ausrüstung															
Fahrbahn															
Straßenbelag Gesamtaufbau				2.350 kg/m³	Asphalt	Dicke = 15,0 cm	223,05 m³	1.487	m³	46.989	135.556	1.424	-34.718	183.369	3%
Abdichtung (Flüssig aufzubringende Abdichtungssystem)				1.100 kg/m³	Bitumen Emulsion (40% Bitumen, 60% Wasser) (D)	Dicke = 0,4 cm	1.768	m³	2.887	40.846	17.536	-2.626	61.263	3%	
Abdichtung (Polymerbitumenbahnen (RVS 15.03.12 Abdicht))						Dicke = 0,4 cm									
Randbalken (Breite i.M. 1,25m, einschließlich Ot)					Beton	C 35/45 (unbewehrt)	313	m	39.779	34.640	2.399	-4.666	77.419	4%	
Fahrzeughältesystem, Stahl					Betonstahl - Ringe und geschweißte Matten (IT)	QS-F15cke=0,5 m'	23,5	t	18.808	1.174	1.417	1.174	20.225	1%	
Fahrzeughältesystem, Beton					Stahl	FRS-S doppelseitig; Höhe 115; Aufhaltestufen H2	313	m	55.713	111.705	140	-102.843	167.558	8%	
Geländer (duplex, einschließlich Spritzschutz)					Beton	Edelstahl - geteilter Handlauf mit Drahtseil ohne Füllstäbe - H=1,3m	157	m	3.482	3.803	26	420	13.311	1%	
Lärmschutzwand Aszfing/ÖBB (auf Brücken) bis 4m H					Edelstahl	KD-Schutz - Beschichtung									
					Aluminium (beschichtet)										
					Aluminium (eloxiert)										
					Holz										
Lärmschutzwand Aszfing/ÖBB (auf Brücken) bis 4m H					Bausstahl	Lärmschutz-Panele Aluminium (Dicke 16 cm Verbund)	529	m³	57.215	137.325	2.491	-76.772	197.031	10%	
Elastomerlager					Beschichtung bewittert										
Topflager/Kalottenlager					Elastomerlager	Elastomerlager mittel 600 x 700 - (Compression under zero displacement: F=10329 kN)	8	Stk	7.901	6.207	1.879	-249	15.987	1%	
Fahrbahnübergang < 80mm Dehnweg					Topfl-Kalottenlager										
Fahrbahnübergang > 80mm Dehnweg					Fahrbahnübergang<80mm Dehnweg	FUG: Stahlprofile aus S235 und S355; Gewicht zwischen 75 und 583 kg/lfm	23	m	4.589	11.044	12	-3.207	15.646	1%	
Entwässerung (einschließlich Einläufe, Zulassung, Gerüstung) siehe RVS 15.04.31					Fahrbahnübergang>80mm Dehnweg	FUG: Stahlprofile aus S235 und S355; Gewicht zwischen 75 und 583 kg/lfm	23	m	4.589	11.044	12	-3.207	15.646	1%	
					Entwässerungsröhre (Sammelrohr)	PE-HD (PE-HE 80 und 100)	157	m	885	3.339	399	-2.518	4.623	0%	
					Rohrbelegungsrohr										
					Strabeneinläufe										
					Putzöffnungen										
Abbruch															
Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark (Draufzichtsfläche)							1878	m²						1	
Absolut									1.422.203,10	538.957,13	58.461,47	-647.504,69	2.019.621,70		
Relativ									70%	27%	3%	-32%	100%		

Darstellung der Ergebnisse



- Kosten-Beiträge von jedem definierten baulichen Element (zeilenweise im maßgeblichen Anlagenreiter)
- Ergebnis sind LZK-Realwerte mit Bezug zur definierten Preisbasis

Spezifizierung	Material Spezifikation	Pull-down	Umschreibungswerte, die verändert werden können - alle Werte in unterer Zeile können editiert werden (Ausnahme: Material, z.B. Dicke der Abdichtung)	Eingabe Massen			
				Menge	Einheit	Menge	Einheit
Unterbau							
Tiefgründung (einschließlich Erdbau, Pfahl-D-)	Beton	C 35/45 (unbewehrt)	D = 120 cm	212,0	m		
Konstruktiver Beton (z.B. Rostplatte)	Betonstahl - Ringe und Stäbe aus B500 /B550 (Stahlwerk: Markenherkunft, C)			19,9	t		
Spundwand (gerammte Fläche)	Beton	C 35/45 (unbewehrt)	150 kg/m ²	63,0	m ²		
Flächgründung (einschließlich Erdbau)	Beton	C 35/45 (unbewehrt)		148,0	m ³		
Widerlager (Beton einschließlich Bewehrung)	Betonstahl - Ringe und Stäbe aus B500 /B550 (Stahlwerk: Markenherkunft, C)		IH-Dicke = 6,0 cm	11,0	t	598	m ²
Pfeiler/Stützen (Beton einschließlich Bewehrung)	Beton	C 35/45 (unbewehrt)		318,0	m ³		
Böschungspflaster	Betonstahl - Ringe und Stäbe aus B500 /B550 (Stahlwerk: Markenherkunft, C)		IH-Dicke = 6,0 cm	23,5	t	351	m ²
Erdbau	Beton	C 35/45 (unbewehrt)		98,0	m ³		
Wannen (weiße Wanne)	Betonstahl - Ringe und Stäbe aus B500 /B550 (Stahlwerk: Markenherkunft, C)			7,3	t		
Bodenplatte (einschließlich Erdbau)	Pflastersteine				m ²		
Wände					m ³		
Überbau							

Einheitspreis Errichtung	Einheit in	Einheitspreis Betrieb	Einheit in	rechnerisches Bezugsjahr		Valorisierungs-zinssatz		Kosten Errichtung	Kosten Betrieb
				2023	2015	2,50%			
Kosten in Position Beton	€/m			390	2015	426		90.405 €	
	€/m ²			300	2015	366		19.373 €	
	€/m ³			100	2015	122		54.077 €	
Kosten in Position Beton	€/m			300	2015	366	183	116.236 €	10.929 €
	€/m ²	150	€/m ²	2015		646	183	63.284 €	3.207 €
Kosten in Position Beton	€/m			500	2015	409			
	€/m ²	150	€/m ²	2015		670	183		
Kosten in Position Beton	€/m			100	2015	122			

Summen-Ergebnisse (CO2 & LZK)

Ergebnis Brücken

Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark (Draufsichtsfläche) **1878 m²**

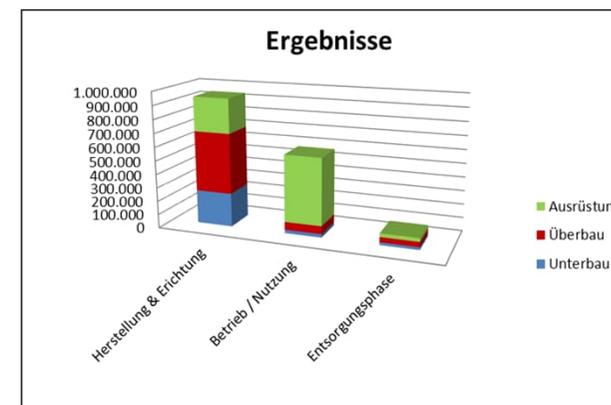
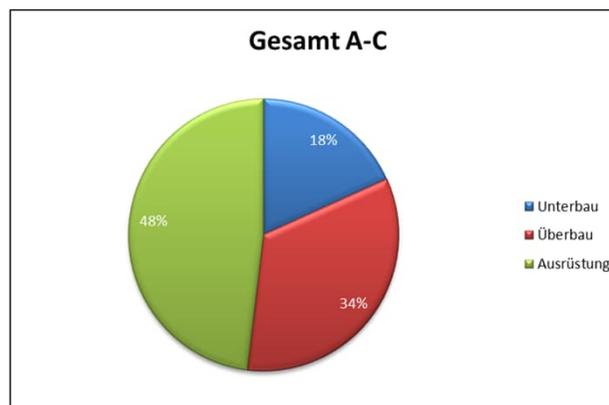
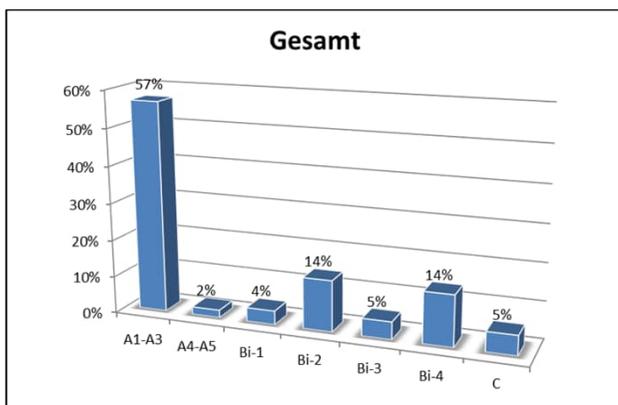
Zertifikatspreis/t CO2 **94 €**

kg CO2e	Zertifikatspreis/t CO2							D aus B		D aus EOL		LZK Euro	Ergebnis Brücken					SUMME absolut [Euro]	SUMME relativ [%]	Realwerte
	A1-A3	A4-A5	Bi-1	Bi-2	Bi-3	Bi-4	C	Vorteile und Belastungen aus B*	Vorteile und Belastungen aus EOL*	SUMME A-C [kg CO2e]	SUMME relativ A-C [%]		Herstellung & Erichtung	Nutzungsphase Anteil Eingriff 1	Nutzungsphase Anteil Eingriff 2	Nutzungsphase Anteil Eingriff 3	Nutzungsphase Anteil Eingriff 4			
Unterbau	236.294	11.945	2.800	5.600	11.201	5.600	20.139	-366	-4.431	293.581	18%	343.395 €	14.137 €	28.273 €	56.546 €	28.273 €	43.393 €	€ 514.016	12%	
Überbau	432.046	11.385	7.357	22.072	7.357	22.072	37.951	-863	-17.920	540.241	34%	978.378 €	37.466 €	112.398 €	37.466 €	112.398 €	123.632 €	€ 1.401.737	34%	
Ausrüstung	243.778	9.137	49.368	193.031	57.332	192.754	27.011	-155.488	-69.050	772.411	48%	670.069 €	100.591 €	625.156 €	169.053 €	598.090 €	84.673 €	€ 2.247.633	54%	
Gesamt	912.119	32.468	59.526	220.703	75.890	220.427	85.101	-156.717	-91.400	1.606.233	100%	€ 1.991.841	€ 152.194	€ 765.827	€ 263.065	€ 738.760	€ 251.698	€ 4.163.385	100%	

Benchmark 855 kg CO2e/m²
V&B aus B&D -132 kg CO2e/m²

Benchmark 2.217 €/m²

	Herstellung & Erichtung	Betrieb / Nutzung	Entsorgungsphase	Gesamt A-C	Vorteile und Belastungen Gesamt*	Herstellung & Erichtung	Betrieb / Nutzung	Entsorgungsp hase	Gesamt
Unterbau	248.240	25.202	20.139	293.581	-4.797	343.395 €	127.229 €	43.393 €	514.016
Überbau	443.431	58.859	37.951	540.241	-18.783	978.378 €	299.727 €	123.632 €	1.401.737
Ausrüstung	252.916	492.485	27.011	772.411	-224.538	670.069 €	1.492.891 €	84.673 €	2.247.633
Gesamt	944.587	576.545	85.101	1.606.233	-248.117	1.991.841	1.919.847	251.698	4.163.385



- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE
- ▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ **SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG**
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

AP 5 SIMULATIONSRECHNUNG

AP 7 TOOL-VALIDIERUNG

Anlagenkategorie	Fallbeispiel	Index der Varianten	Anlagenkategorie	Variante	Geometrische Bezugsgröße		
					[m ²]	Kommentar	
I	1a	1	Brücken	Spannbeton	1.878	Draufsichtsfläche	
	1b	2		Verbund	1.878	Draufsichtsfläche	
II	2a	3	Oberbau	Asphalt	9.500	Draufsichtsfläche	
	2b	4		Beton	9.500	Draufsichtsfläche	
VI	3a	5	LSW Gesamtportfolio (nur Paneele)	Aluminium	152.437	Ansichtsfläche	
	3b	6		Beton	132.393	Ansichtsfläche	
	3c	7		ASFINAG	Glas	38.187	Ansichtsfläche
	3d	8		Holz	1.115.434	Ansichtsfläche	
	3e	9		Kunststoff	11.921	Ansichtsfläche	
VI	4a	10	LSW Einheitswand L x H = 4 x 4 m	Aluminium	16	Ansichtsfläche	
	4b	11		Beton	16	Ansichtsfläche	
	4c	12		Glas	16	Ansichtsfläche	
	4d	13		Holz	16	Ansichtsfläche	
	4e	14		Kunststoff	16	Ansichtsfläche	
I	5a	15	Wildquerungshilfe	Variante 1 - Holz Dreigelenkbogen	2.340	Draufsichtsfläche	
	5b	16		Variante 2 - Holz Rahmen	2.160	Draufsichtsfläche	
	5c	17		Blumau	Variante 3 - Beton Rahmen	1.968	Draufsichtsfläche
	5d	18			Variante 4 - Beton Schalentragwerk	1.968	Draufsichtsfläche
V	6	19	Wanne	aus Variante 3 d. Wildquerungshilfe +Oberbau Asphalt	1.968	Draufsichtsfläche	
IV	7	20	Stützmauer	aus Variante 1 d. Wildquerungshilfe	240	Ansichtsfläche	
III	8	21	Erdbau	aus Variante 3 d. Wildquerungshilfe	1.968	Draufsichtsfläche	

2. ANHANG B – BRÜCKEN

Verbundbrücke

Qualitätssicherung bauliche Erhaltung

Seite 30

LEBENSZYKLUSKOSTENERMITTLUNG FÜR BRÜCKEN

RVS 13.05.11

6.3 Variantenvergleich Neubau Verbundbau / Spannbeton

Nachfolgend wird das der vorliegenden RVS zugrundeliegende Prognosemodell an zwei Beispielen angewendet. Hierbei handelt es sich um eine Variantenstudie, bei der für denselben Längsschnitt und Grundriss, jeweils eine Verbundbau- sowie eine Spannbetonbauvariante ausgearbeitet wurden.

Die Lebenszykluskosten werden für Neubauten mit einer theoretischen Nutzungsdauer von 100 Jahren ermittelt. Abschließend werden die Kosten gegenübergestellt und verglichen.

Die Vorgehensweise der Berechnung ist analog dem Beispiel in Punkt 6.1.

6.3.1 Verbundbrücke

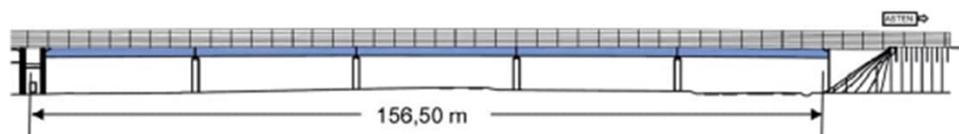


Abbildung 8: Ansicht Variante Verbundbau

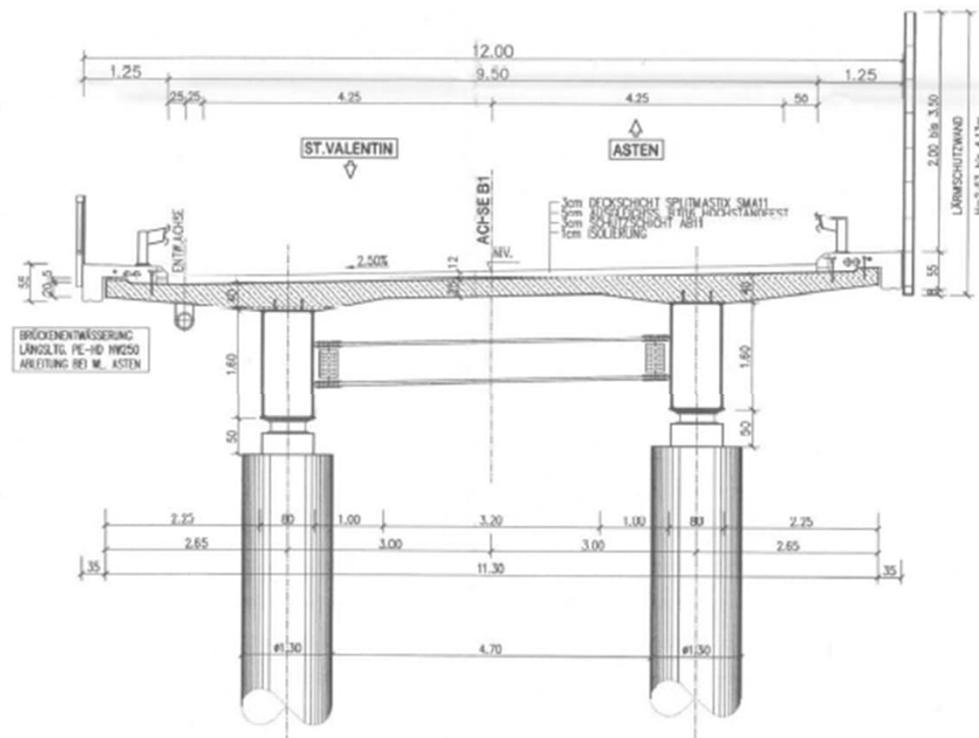
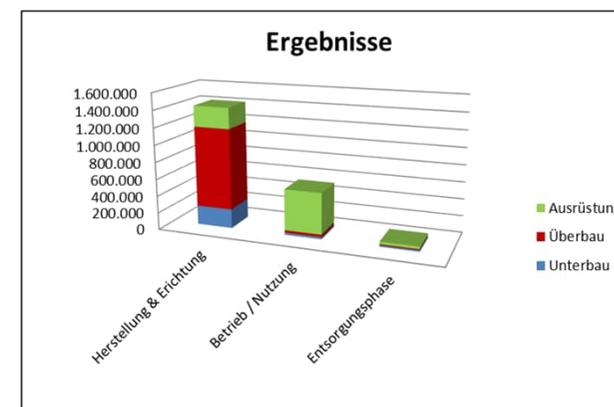
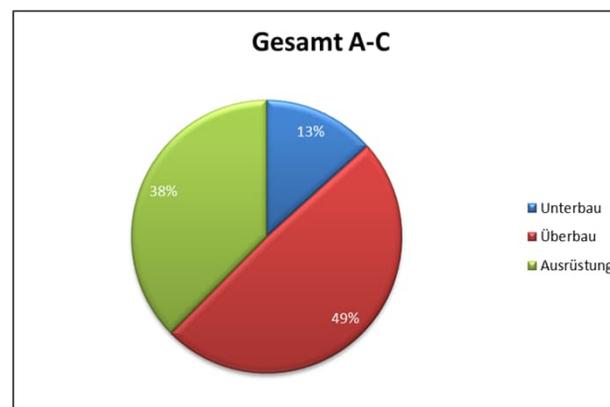
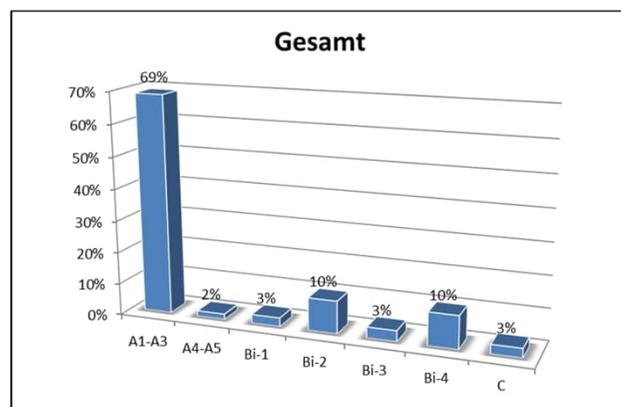


Abbildung 9: Regelquerschnitt Variante Verbundbau

Verbund		Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark (Draufsichtsfläche)						1878 m ²					
		Zertifikatspreis/t CO2						94 €					
kg CO2e	A1-A3	A4-A5	Bi-1	Bi-2	Bi-3	Bi-4	C	D aus B	D aus EOL	SUMME A-C [kg CO2e]	SUMME relativ A-C [%]		
	Herstellungsphase	Errichtungsphase	Nutzungsphase Anteil Eingriff 1	Nutzungsphase Anteil Eingriff 2	Nutzungsphase Anteil Eingriff 3	Nutzungsphase Anteil Eingriff 4	Entsorgungsphase	Vorteile und Belastungen aus B*	Vorteile und Belastungen aus EOL*				
Unterbau	216.158 11%	10.909 1%	2.800 0%	5.600 0%	11.201 1%	5.600 0%	18.409 1%	-366 0%	-4.089 0%	270.678	13%		
Überbau	936.734 46%	14.154 1%	3.294 0%	11.351 1%	3.294 0%	11.351 1%	11.728 1%	-311 0%	-416.728 -21%	991.906	49%		
Ausrüstung	235.290 12%	8.959 0%	48.711 2%	190.065 9%	53.923 3%	191.767 9%	28.324 1%	-156.746 -8%	-69.265 -3%	757.038	38%		
Gesamt	1.388.181 69%	34.022 2%	54.805 3%	207.016 10%	68.418 3%	208.719 10%	58.461 3%	-157.423 -8%	-490.082 -24%	2.019.622 100%	100%		
										Benchmark	1.075 kg CO2e/m ²		
										V&B aus B&D	-345 kg CO2e/m ²		



Spannbetonbrücke

Qualitätssicherung bauliche Erhaltung

Seite 37

LEBENSZYKLUSKOSTENERMITTLUNG FÜR BRÜCKEN

RVS 13.05.11

6.3.2 Spannbetonbrücke

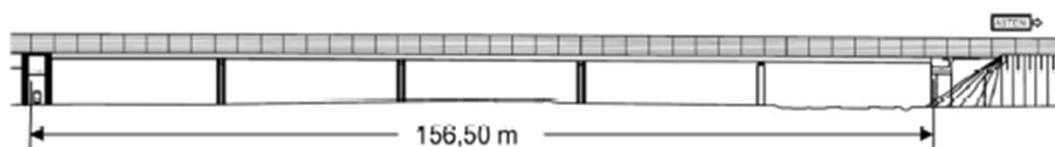


Abbildung 11: Ansicht Variante Spannbeton

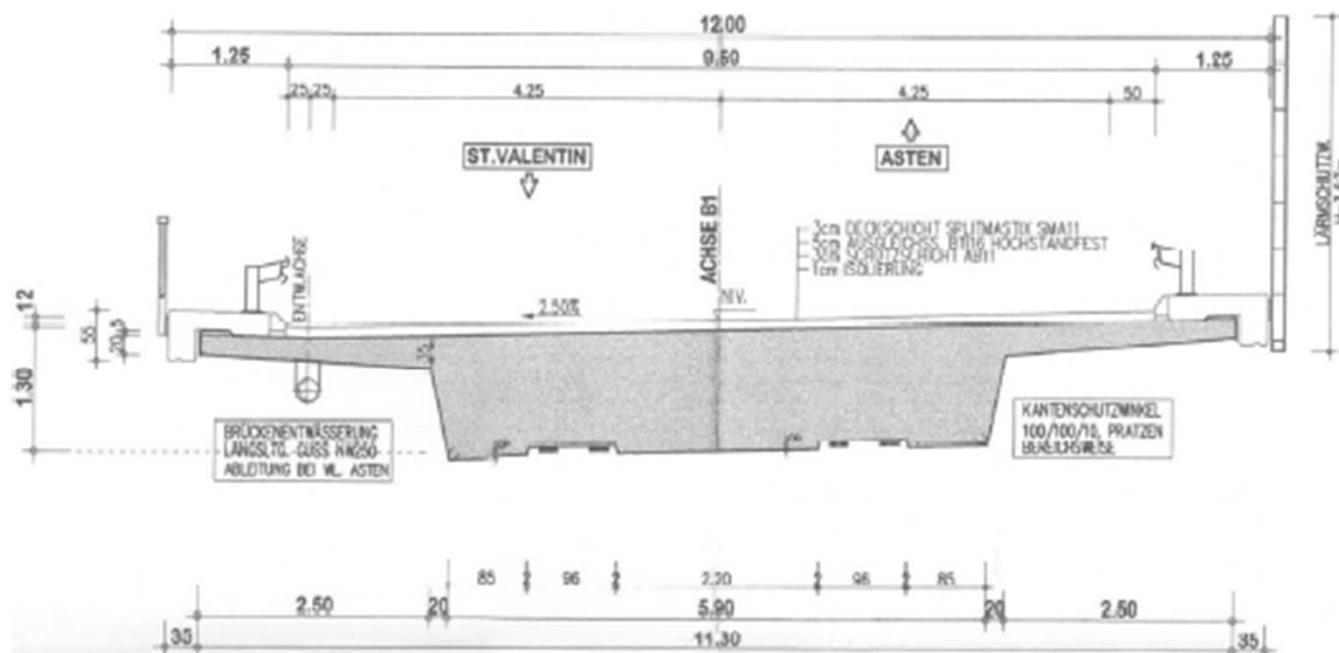
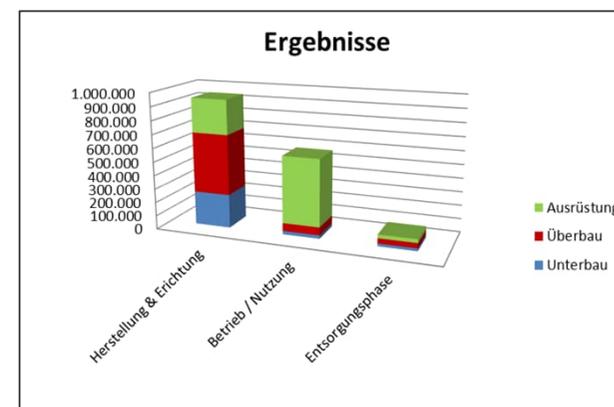
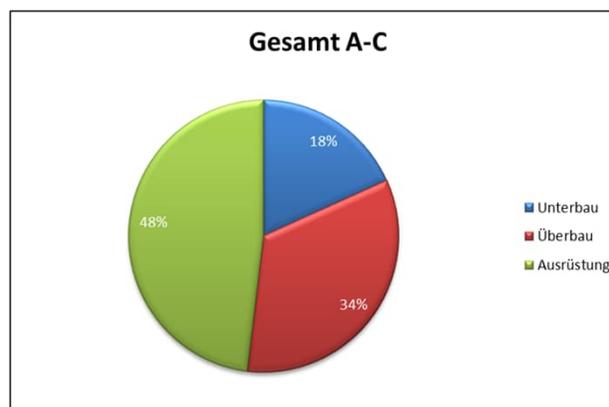
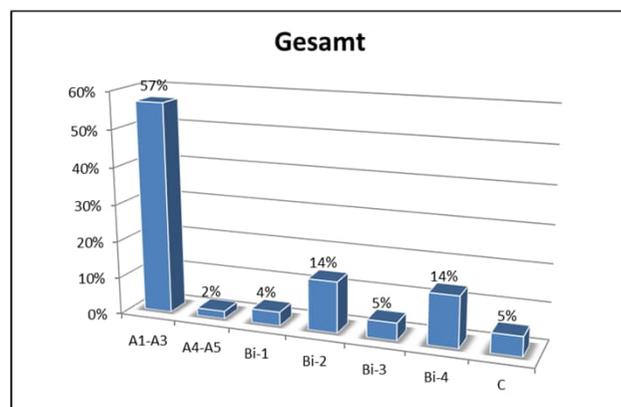
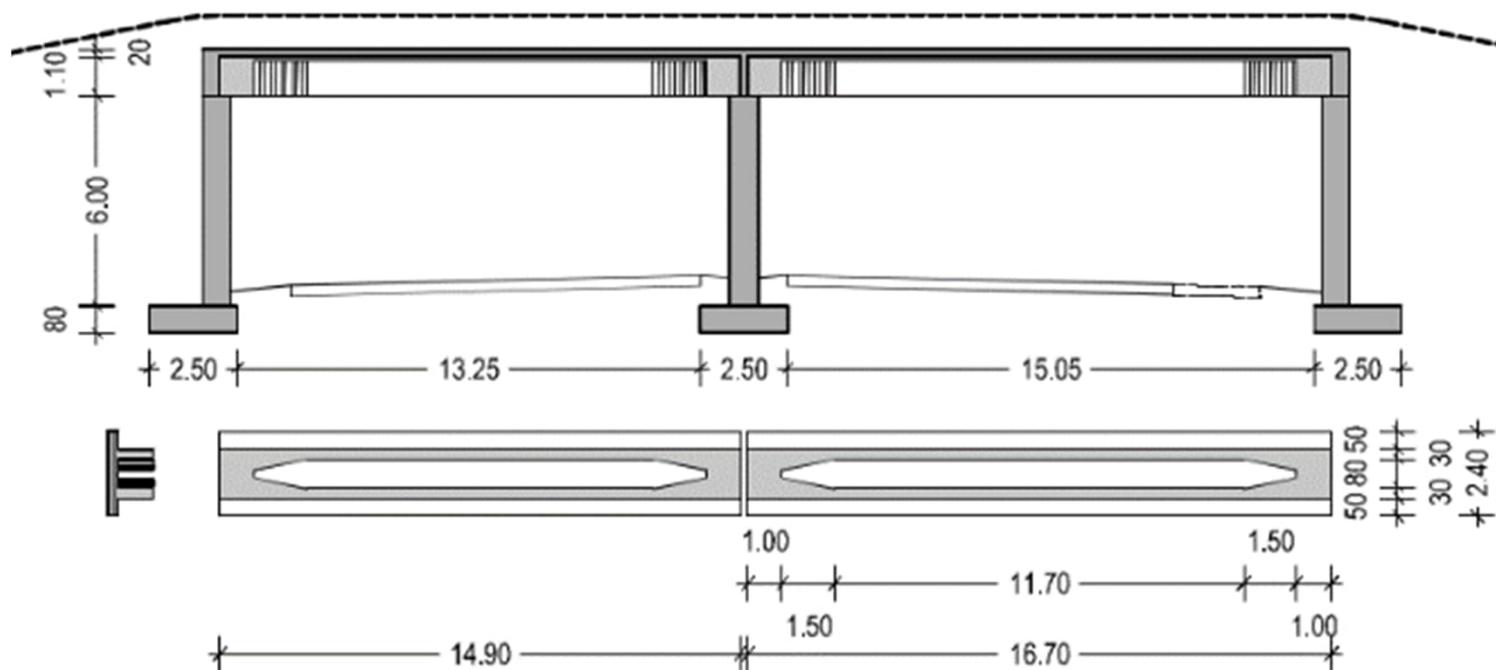


Abbildung 12: Regelquerschnitt Variante Spannbeton

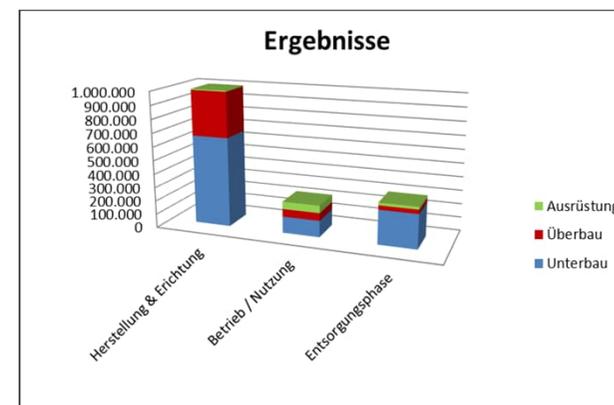
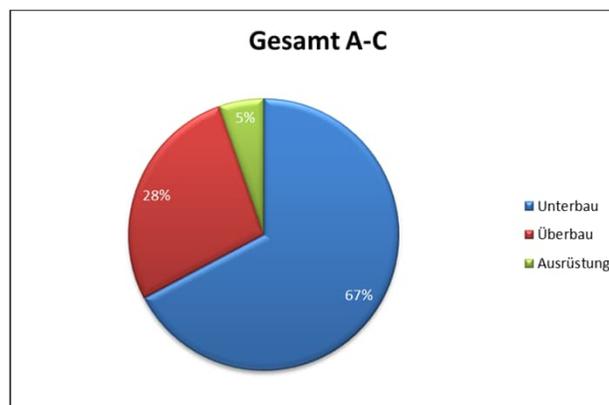
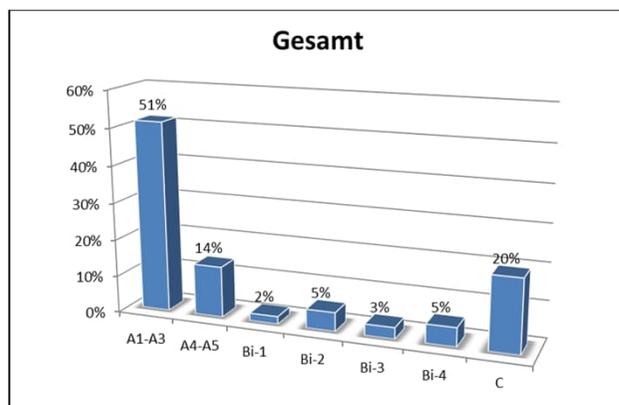
Spannbeton		Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark (Draufsichtsfläche)						1878 m ²					
		Zertifikatspreis/t CO2						94 €					
kg CO2e	A1-A3	A4-A5	Bi-1	Bi-2	Bi-3	Bi-4	C	D aus B	D aus EOL	SUMME A-C [kg CO2e]	SUMME relativ A-C [%]		
	Herstellungsphase	Errichtungsphase	Nutzungsphase Anteil Eingriff 1	Nutzungsphase Anteil Eingriff 2	Nutzungsphase Anteil Eingriff 3	Nutzungsphase Anteil Eingriff 4	Entsorgungsphase	Vorteile und Belastungen aus B*	Vorteile und Belastungen aus EOL*				
Unterbau	236.294 15%	11.945 1%	2.800 0%	5.600 0%	11.201 1%	5.600 0%	20.139 1%	-366 0%	-4.431 0%	293.581	18%		
Überbau	432.046 27%	11.385 1%	7.357 0%	22.072 1%	7.357 0%	22.072 1%	37.951 2%	-863 0%	-17.920 -1%	540.241	34%		
Ausrüstung	243.778 15%	9.137 1%	49.368 3%	193.031 12%	57.332 4%	192.754 12%	27.011 2%	-155.488 -10%	-69.050 -4%	772.411	48%		
Gesamt	912.119 57%	32.468 2%	59.526 4%	220.703 14%	75.890 5%	220.427 14%	85.101 5%	-156.717 -10%	-91.400 -6%	1.606.233 100%	100%		
Benchmark										855 kg CO2e/m ²			
V&B aus B&D										-132 kg CO2e/m ²			



Variante 3 – Stahlbeton Rahmenkonstruktion

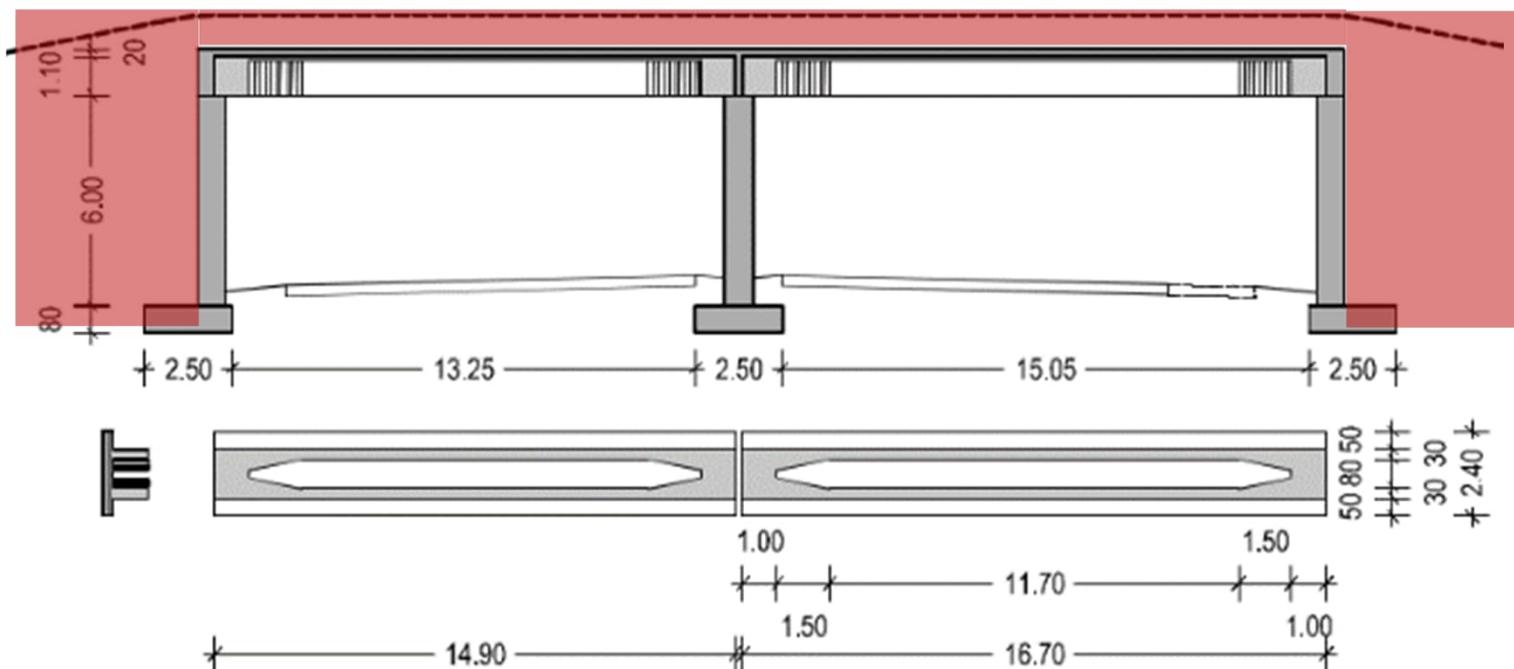


Variante-3_Beton-Rahmen Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark (Draufsichtsfläche)											1968 m ²	
Zertifikatspreis/t CO2											94 €	
kg CO2e	A1-A3	A4-A5	Bi-1	Bi-2	Bi-3	Bi-4	C	D aus B	D aus EOL	SUMME A-C [kg CO2e]	SUMME relativ A-C [%]	
	Herstellungsphase	Errichtungsphase	Nutzungsphase Anteil Eingriff 1	Nutzungsphase Anteil Eingriff 2	Nutzungsphase Anteil Eingriff 3	Nutzungsphase Anteil Eingriff 4	Entsorgungsphase	Vorteile und Belastungen aus B*	Vorteile und Belastungen aus EOL*			
Unterbau	462.260 30%	197.152 13%	23.869 2%	29.037 2%	39.373 3%	29.037 2%	250.875 16%	-682 0%	-103.501 -7%	1.031.603	67%	
Überbau	318.685 21%	13.772 1%	7.070 0%	21.210 1%	7.070 0%	21.210 1%	30.874 2%	-828 0%	-3.435 0%	419.892	27%	
Ausrüstung	7.620 0%	129 0%	0 0%	27.268 2%	0 0%	27.268 2%	19.519 1%	-1.949 0%	-974 0%	81.804	5%	
Gesamt	788.565 51%	211.053 14%	30.939 2%	77.515 5%	46.443 3%	77.515 5%	301.268 20%	-3.459 0%	-107.911 -7%	1.533.299 100%	100%	
Benchmark										779 kg CO2e/m ²		
V&B aus B&D										-57 kg CO2e/m ²		

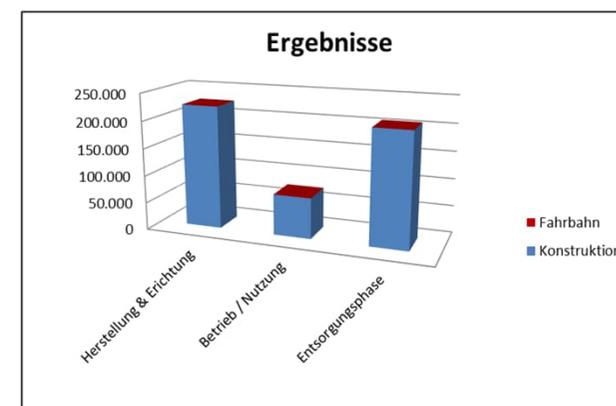
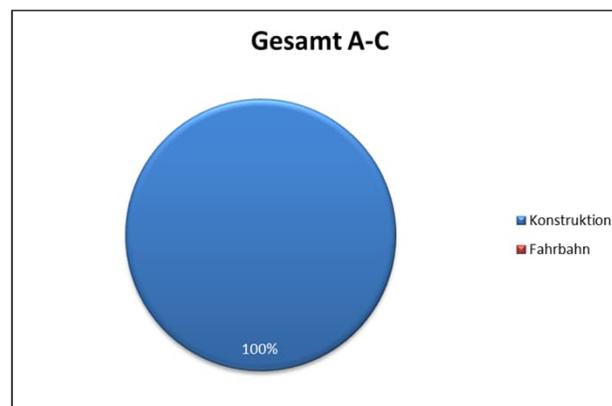
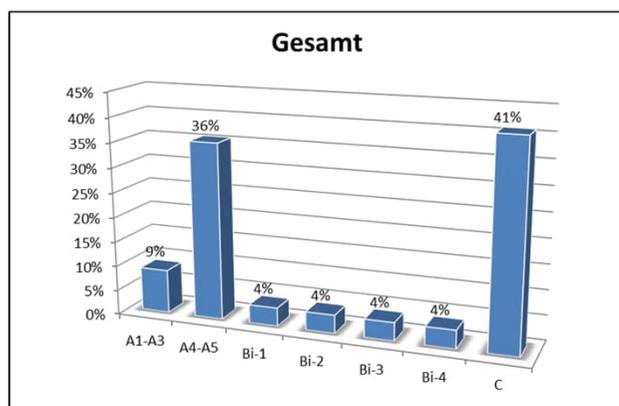


9. ANHANG I – ERDBAU

Generiert aus Massen der Variante 3 der Wildquerungshilfe Blumau



Variante-3_Beton-Rahmen_Erdbau		Bezugsgröße für Ergebnisbenchmark (Draufsichtsfläche)						1968 m ²				
		Zertifikatspreis/t CO2						94 €				
kg CO2e	A1-A3	A4-A5	Bi-1	Bi-2	Bi-3	Bi-4	C	D aus B	D aus EOL	SUMME A-C [kg CO2e]	SUMME relativ A-C [%]	
	Herstellungsphase	Errichtungsphase	Nutzungsphase Anteil Eingriff 1	Nutzungsphase Anteil Eingriff 2	Nutzungsphase Anteil Eingriff 3	Nutzungsphase Anteil Eingriff 4	Entsorgungsphase	Vorteile und Belastungen aus B*	Vorteile und Belastungen aus EOL*			
Konstruktion	44.583 9%	180.636 36%	18.700 4%	18.700 4%	18.700 4%	18.700 4%	207.726 41%	0 0%	-94.994 -19%	507.745	100%	
Fahrbahn	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0 0%	0	0%	
Gesamt	44.583 9%	180.636 36%	18.700 4%	18.700 4%	18.700 4%	18.700 4%	207.726 41%	0 0%	-94.994 -19%	507.745 100%	100%	
Benchmark										258 kg CO2e/m ²		
V&B aus B&D										-48 kg CO2e/m ²		



AP 5 SIMULATIONSRECHNUNG

AP 7 TOOL-VALIDIERUNG

Anlagenkategorie	Fallbeispiel	Index der Varianten	Anlagenkategorie	Variante	CO ₂ Äqu A-C [kg CO ₂ e]	Benchmark - Vergleichsgröße A-C [kg CO ₂ e / m ²]	Benchmark - Vergleichsgröße D (gesamt) [kg CO ₂ e / m ²]
I	1a	1	Brücken	Spannbeton	1.606.233	855	-132
	1b	2		Verbund	2.019.622	1075	-345
II	2a	3	Oberbau	Asphalt	1.612.663	170	-34
	2b	4		Beton	1.120.078	118	-10
VI	3a	5	LSW Gesamtportfolio (nur Paneele)	Aluminium	56.776.689	372	-145
	3b	6		Beton	19.053.212	144	-5
	3c	7		ASFINAG	17.724.953	464	-120
	3d	8		Holz	182.847.813	164	-26
	3e	9		Kunststoff	4.973.105	417	-140
VI	4a	10	LSW Einheitswand L x H = 4 x 4 m	Aluminium	7.244	453	-151
	4b	11		Beton	3.588	224	-11
	4c	12		Glas	8.712	544	-126
	4d	13		Holz	3.908	244	-32
	4e	14		Kunststoff	7.960	497	-146
I	5a	15	Wildquerungshilfe Blumau	Variante 1 - Holz Dreigelenkboger	1.933.659	826	-92
	5b	16		Variante 2 - Holz Rahmen	1.496.073	693	-76
	5c	17		Variante 3 - Beton Rahmen	1.533.299	779	-57
	5d	18		Variante 4 - Beton Schalentragwe	1.790.161	910	-65
V	6	19	Wanne	aus Variante 3 d. Wildquerungshilfe	1.488.502	756	-72
IV	7	20	Stützmauer	aus Variante 1 d.	1.085.055	1507	-154
III	8	21	Erdbau	aus Variante 3 d.	507.745	258	-48

Fazit aus der durchgeführten SIMULATIONSRECHNUNGEN / TOOL-VALIDIERUNGEN

- Eine allgemeingültige, zu erwartende Aufteilung der CO₂ Emissionen gibt es nicht, diese ergibt sich nachweislich gesondert für jede bauliche Anlage.
- Der Fußabdruck folgt proportional den Elementen bzw. den Maßnahmen mit großem Inventar, d.h. den Bauteilen mit großen Volumina, Flächen, Linien.
- Ein prinzipieller Trend ist, dass der Großteil der Emissionen in der Herstellung anfällt (d.h. noch vor dem Einbau). Die Betriebsphase selbst und der Abbruch sind zumeist von geringerer Bedeutung.
- In der Phase D lassen sich im Rahmen der Rückgewinnung/Wiedereinsatz der eingesetzten Materialien noch THG-Potentiale in unterschiedlichem Ausmaß lukrieren, wobei diese lt. Norm nicht in die bis dahin entstandene Öko-Bilanz einfließt sondern als Zusatzinformation ausgewiesen wird (Nettoflussregel).
- Der CO₂ Fußabdruck mit Bezug zur geometrischen Benchmark dient der Vergleichbarkeit innerhalb der gleichen Assetkategorie, wie am Beispiel der Brücken sehr gut nachvollziehbar ist.



- ▶ AUSGANGSLAGE / EINFÜHRUNG
- ▶ METHODISCHE VORGEHENSWEISE
- ▶ SYSTEMABGRENZUNG (Framework Konstruktionseinheiten)
 - ▶ GWP (GLOBAL WARMING POTENTIAL) – KATALOG
 - ▶ BERECHNUNGSTOOL
- ▶ SIMULATIONSRECHNUNGEN / VALIDIERUNG & OPTIMIERUNG
 - ▶ ZUSAMMENFASSUNG
 - ▶ DISKUSSION

ZUSAMMENFASSUNG (1/2)

Problem

Der **Baubranche lassen sich bis zu 50% der weltweiten CO2 Emissionen** zuordnen. Im Tiefbausektor werden **derzeit Entscheidungen** in erster Linie auf Grundlage der zu erwartenden **baulichen Lebenszykluskosten** (=Primärkosten) getroffen. Ein für die Branche allgemein anwendbares Tool zur Berechnung der damit einhergehenden Umweltfolgekosten gab es zu Projektbeginn nicht.

Gewählte Methodik

Im Forschungsprojekt “DECARBONISATION FIRST wurde zunächst eine **Datenbank mit für Österreich repräsentativen CO2-Äquivalenten** (“Cradle to Grave”) für die relevanten Baustoffe von **definierten Assetkategorien (Brücken/Straßenoberbau/Dämme/Stützmauern/Wannenbauwerke/Lärmschutzwände)** erstellt. Darauf aufbauend wurde eine **Berechnungs-Methodik für die CO2-Bilanzierung** und deren Verknüpfung mit den **zugehörigen Lebenszykluskosten** entwickelt.

ZUSAMMENFASSUNG (2/2)

Ergebnisse

Für die Durchführung von Variantenuntersuchungen von Infrastrukturbauwerken wurde im Rahmen des Projekts Decarbonisation First ein **standardisiertes Berechnungstool entwickelt**, welches die CO₂-Bilanz und die Kosten über den gesamten Lebenszyklus von Infrastrukturbauwerken (**Herstellung, Bau, Betrieb, Abbruch, Entsorgung/Wiederverwertung**) ermittelt.

Um die Anwendbarkeit des neuen Ansatzes zu überprüfen, wurden verschiedene Referenzobjekte für **Simulationsrechnungen** herangezogen. Im Zuge dieser Varianten-Untersuchungen wurden umfassende **Software-tool-Validierungen** anhand der Berechnungs-Ergebnisse durchgeführt und entsprechende **Optimierungen an der Berechnungs-Software** vorgenommen.

Schlussfolgerungen

Die mit dem Berechnungstool durchgeführten Simulationsrechnungen und Variantenuntersuchungen zeigen, dass anhand des Tools die sog. CO₂ Emissionstreiber sehr gut in Hinblick auf etwaige Einsparungspotentiale sichtbar gemacht werden.

Ausblick – wie geht es weiter?

VERKEHRSINFRASTRUKTURFORSCHUNG (VIF) 2020
FFG **DECARBONISATION FIRST**
VCE **umweltbundesamt** **TU WIEN** **bl.iwrf**
2021-23
CO₂-Bilanz bei Infrastrukturprojekten



obv österreichische bautechnik vereinigung **FFG**
universität innsbruck **TU Graz** **TU Wien** **VCE**
2023-26
LZinfra
COLLECTIVE RESEARCH FFG / ÖBV
ÖBB INFRA **OMV** **EBT** **HABAU** **DORA** **BETON** **MA 21** **BRÜCKENBAU** **GRUNDBAU** **LEYER + GRAF**
AISI **FI** **INIA** **IG** **VÖB** **KOSTMANN** **VÖZ** **EM** **GESTRATA**

Straßeninfrastruktur

Wirkungskategorie: Treibhauspotential

„LCCO₂-Tool“
(Vorprojektphase)



obv österreichische bautechnik vereinigung
AG ÖKO-Daten
 Daten Beton
 Daten Stahl/Baustahl
 Daten Asphalt/Holz
 Daten Sonstiges
Ökologisierung & Nachhaltigkeit im Bauwesen
2023

Straßen- & Schieneninfrastruktur

Wirkungskategorien:

1. Treibhauspotenzial
2. Wassernutzung
3. Einsatz nicht erneuerbarer Primärenergie
4. Einsatz von Sekundärstoffen
5. Recyclingfähigkeit
6. Humantoxizität
7. Versauerung
8. Feinstaubemissionen

Korridorebene / Planungsphase
 Vergabephase / Baustellenebene

DECARBONISATION FIRST

METHODEN ZUR CO2 BILANZIERUNG IM LEBENSZYKLUS VON INFRASTRUKTURBAUWERKEN

Dr.techn. Robert Veit-Egerer

